
LAPORAN PENELITIAN

**Pengaruh Lubang
Biopori terhadap
Peningkatan Koefisien
Permeabilitas
Lapangan pada Tanah
Lempung di Kampus
UKI Cawang**

LOLOM EVALITA H

Semester Gasal 2016/2017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
TAHUN 2017



**LEMBAR PENGESAHAN
PENELITIAN MANDIRI DOSEN
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA (UKI)**

Judul Riset : Pengaruh Lubang Biopori terhadap Peningkatan Koefisien Permeabilitas Lapangan pada Tanah Lempung di Kampus UKI Cawang

Nama Rumpun Ilmu : Geoteknik / Teknik Sipil

Peneliti Utama

a. Nama Lengkap : Lolom Evalita Hutabarat, ST, MT
b. NIDN : 0306067103
c. NIP : 981449
d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
e. Fakultas : Teknik
f. Program Studi : Teknik Sipil
g. Nomor HP : 081808048028
h. Alamat surel (e-mail) : Lolom.Hutabarat@uki.ac.id, lolomevalita@yahoo.com

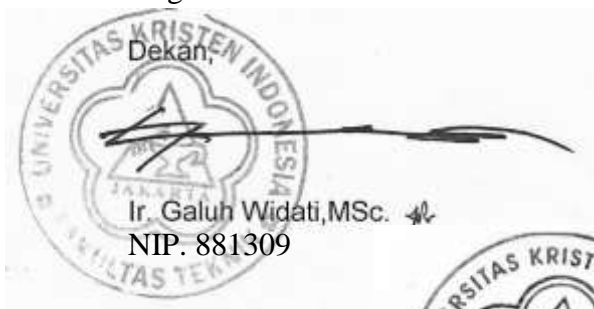
Anggota Peneliti

a. Nama Lengkap : T.R. Sulastris Samaloisa
b. NIM : 0953050014
c. Fakultas : Teknik
d. Program Studi : Teknik Sipil

Biaya yang diusulkan : Rp.5.000.000,-
Dilaksanakan pada : Semester Gasal 2016/2017

Jakarta, 26 Februari, 2017

Mengetahui



Ir. Galuh Widati, MSc.
NIP. 881309

Peneliti Utama,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Lolom Evalita'.

Lolom Evalita Hutabarat, ST, MT
NIP. 981449



ABSTRAK

Permeabilitas merupakan suatu pengukuran hantaran hidraulik tanah yang secara kuantitatif disebut dengan koefisien permeabilitas (k). Pengukuran permeabilitas tanah sangat penting untuk beberapa kepentingan, misalnya masuknya air ke dalam tanah, gerak air ke akar tanaman, aliran air drainase, evaporasi air pada permukaan tanah, kesemuanya itu dapat dipengaruhi oleh permeabilitas tanah yang mana berkaitan pula dengan peranan konduktifitas Hidroliknya. Penetapan koefisien permeabilitas (k) didasarkan pada hukum Darcy. Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi sederhana dan tepat guna namun efektif meningkatkan koefisien permeabilitas lapangan. Dengan mengukur permeabilitas lapangan dari tanah secara langsung melalui pengujian lapangan dapat diketahui pengaruh lubang biopori terhadap peningkatan koefisien permeabilitas. Penelitian dilakukan untuk mengukur peningkatan koefisien permeabilitas pada tanah lempung di UKI cawang dengan membuat Lubang Resapan Biopori (LRB) di beberapa titik yang sudah ditentukan. Nilai koefisien permeabilitas dapat di ketahui langsung dilapangan dengan menggunakan alat yang sudah disiapkan sebelumnya. Dan sampel tanah asli juga diambil untuk tes permeabilitas dilaboratorium Mekanika Tanah FT UKI sebagai bahan pembanding. Hasil penelitian menunjukkan koefisien permeabilitas lapangan tanah asli dengan pasir terjadi peningkatan sebesar 63.33%, sementara tanah asli dengan biopori terjadi peningkatan sebesar 84.67%. Di rekomendasikan koefisien permeabilitas pada tanah asli dikampus uki cawang adalah $9.8452E-04$ cm/det.

Keyword: koefisien permeabilitas lapangan, koefisien permeabilitas tanah asli, Lubang Resapan Biopori

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Tanah merupakan susunan butiran padat dan pori-pori yang saling berhubungan satu sama lain sehingga air dapat mengalir dari satu titik yang mempunyai energi lebih tinggi ke titik yang mempunyai energi lebih rendah.¹

Permeabilitas timbul karena adanya pori kapiler yang saling bersambungan satu dengan yang lainnya. Secara kuantitatif permeabilitas dapat dinyatakan sebagai kecepatan bergerak suatu cairan pada media berpori dalam keadaan jenuh.²

Permeabilitas ini juga merupakan suatu pengukuran hantaran hidraulik tanah. Secara kuantitatif permeabilitas diberi batasan dengan koefisien permeabilitas (k). Banyak peneliti telah mengkaji problema permeabilitas dan mengembangkan beberapa rumus. Permeabilitas intrinsik suatu akifer bergantung pada porositas efektif batuan dan bahan tak terkonsolidasi, dan ruang bebas yang diciptakan oleh patahan dan batuan. Porositas efektif ditentukan oleh distribusi ukuran butiran, bentuk dan kekasaran masing-masing partikel dan susunan gabungannya, tetapi karena sifat-sifat ini jarang seragam, konduktivitas hidrolis suatu akifer yang berkembang dibatasi oleh permeabilitas lapisan-lapisan atau masing-masing zona, dan mungkin bervariasi cukup besar tergantung pada arah gerakan air.³

Pengukuran permeabilitas tanah sangat penting untuk beberapa kepentingan di bidang pertanian, misalnya masuknya air ke dalam tanah, gerak air ke akar tanaman, aliran air drainase, evaporasi air pada permukaan tanah, kesemuanya itu dapat dipengaruhi oleh permeabilitas tanah yang mana berkaitan pula dengan peranan konduktivitas Hidrolisnya. Penetapan hantaran hidraulik didasarkan pada hukum Darcy. Dalam hukum ini tanah dianggap sebagai kelompok tabung kapiler halus dan lurus dengan jari-jari yang seragam.

I.2. Permasalahan

Masyarakat masih beranggapan bahwa sampah merupakan bahan buangan yang tidak bisa dimanfaatkan lagi dan dianggap menjijikan, padahal sampah ini dapat dijadikan sebagai

¹ Braja, M. D., & Indrasurya, T. B. M. (1998). *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, hal 79

² Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Kanisius.

bahan baku pupuk organik. Dampak langsung dari penanganan sampah yang kurang tepat diantaranya adalah timbulnya penyakit menular, penyakit kulit, gangguan pernapasan dan gangguan pencernaan. Dampak tidak langsungnya akan menimpa masyarakat diantaranya adalah bahaya banjir akibat gangguan aliran sungai yang terhalang timbunan sampah yang dibuang ke sungai. Agar sampah yang semakin hari semakin banyak dapat diatasi, diperlukan cara yang efektif untuk menangani sampah tersebut terutama sampah organik.

Peresapan air tanah juga menjadi masalah karena banyaknya air permukaan yang terbuang percuma ke kali/sungai. Hal serius yang perlu dibenahi pada saat ini adalah mempergunakan air yang mengalir dipermukaan tanah akibat banjir untuk disimpan sebagai air tanah yang dapat dipergunakan sebagai cadangan air pada musim kemarau dengan cara pembuatan Lubang Resapan Biopori.⁴

Menurut Kamir R. Brata (2008)⁵, biopori merupakan ruangan atau pori dalam tanah yang di bentuk oleh mahluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang atau terowongan dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air dan udara ke dan di dalam tanah. Liang pada biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta meningkatkan aktivitas fauna tanah, seperti rayap, dan semut yang menggali liang di dalam tanah. Karena banyak berkurangnya tumbuh-tumbuhan dan akar di dalam tanah maka solusi yang tepat adalah membuat lubang biopori sendiri. Dapat membuat lubang biopori dan meningkatkan aktivitas organisme tanah melalui upaya penambahan bahan organik yang cukup ke dalam tanah. Untuk memudahkan penambahan bahan organik dari sampah organik tersebut digunakan oleh organisme tanah sebagai bahan makanan. Biopori atau yang biasa disebut dengan Teknologi Lubang Resapan Biopori merupakan metode alternatif untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah, selain dengan sumur resapan. Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi sederhana dan tepat guna namun efektif untuk mencegah banjir.

I.3. Sejarah Awal Lubang Resapan Biopori (LRB)

Pemikiran umum yang berkembang saat ini teknologi di identikkan dengan sesuatu yang canggih, rumit, serta memerlukan biaya yang besar untuk diterapkan, Sehingga dirasakan perlu untuk mengembangkan suatu teknologi yang terlihat sederhana, murah, dan

³ Foth, H. D. (1994). Dasar Ilmu Tanah. *Terjemahan: Adisoemarto. Jakarta: Erlangga.*

⁴ Laporan Program Pengabdian Kepada Masyarakat Prodi Teknik Sipil 2013.

mudah dilakukan oleh setiap orang, serta multi guna. Salah satu teknologi tepa guna yang saat ini dibutuhkan di kota Jakarta adalah untuk mengatasi banjir. Karena itulah dikembangkan suatu teknologi tepa guna yang dikenal sebagai teknologi Lubang Resapan Biopori (LRB). Dinamakan biopori karena memanfaatkan aktivitas fauna tanah atau akar tanaman (*bio*) yang membentuk lubang-lubang terowongan kecil (*pore*) di dalam tanah. Peran organisme di dalam tanah itulah yang sering dilupakan dalam merancang konsep penanganan banjir. Misalkan pembuatan waduk, jika aliran air menuju waduk tersebut masih didominasi oleh aliran permukaan tanah, maka waduk tersebut akan mengalami pendangkalan yang disebabkan material erosi yang terbawa aliran permukaan tersebut.

Teknologi ini mampu mencegah genangan dan banjir, mencegah erosi dan longsor, meningkatkan cadangan air bersih, penyuburan tanah dan mengubah sampah organik menjadi kompos sehingga mengurangi emisi gas metan yang jauh lebih kuat dalam menyebabkan pemanasan global dibandingkan gas karbondioksida. Manfaat tersebut telah diteliti secara langsung di lahan percobaan maupun secara empiris di berbagai tempat yang sudah menerapkannya dengan benar⁶. Beberapa penelitian pendukung tentang mulsa vertikal yang kemudian dikenal dengan nama lubang resapan biopori telah dilakukan antara lain Pemanfaatan Sisa Tanaman Sebagai Mulsa Vertikal (*Vertical Mulch*) dalam Usaha Konservasi Tanah dan Air pada Pertanian Lahan Kering di Latosol Darmaga⁷, Efektivitas Mulsa Vertikal (*Vertical Mulch*) dalam Pengendalian Aliran Permukaan, Erosi, dan Kehilangan Unsur Hara Pada Pertanian Lahan Kering di Latosol Darmaga⁸, dan Penggunaan Cacing Tanah Untuk Peningkatan Efektivitas Mulsa Vertikal Sebagai Tindakan Konservasi Tanah dan Air Terpadu pada Pertanian Lahan Kering di Latosol Darmaga⁹. Teknologi mulsa vertikal tersebut kemudian diubah menjadi biopori yang dikenal saat ini.

⁵ Brata, K. R., & Nelistya, A. (2008). *Lubang Resapan Biopori*. Niaga Swadaya.

⁶ Brata, R. Kamir, 2009. *Atasi Banjir Dengan Teknologi Lubang Resapan Biopori..*

⁷ Subagyono, K., Haryati, U., & Talaohu, S. H. (2004). Teknologi konservasi air pada pertanian lahan kering. Dalam: Kurnia U, Rachman A, Dariah A (Eds.). *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Badan Litbangtan*, 151-188.

⁸ Atmaja, I. S. W. (2007). Karakteristik aliran permukaan dan erosi pada perkebunan kelapa sawit dengan perlakuan teras gulud dan rorak di unit usaha Rejosari, PTP. Nusantara VII Lampung. *Skripsi. Jurusan Tanah. IPB*.

⁹ Rauf, A. (2009). Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pertanian Hubungannya dengan Upaya Memitigasi Banjir. *Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pertanian Hubungannya Dengan Upaya Memitigasi Banjir*.

I.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui dan mengerti cara pengukuran atau penentuan permeabilitas lapangan dari tanah secara langsung melalui pengujian lapangan.
- b. Mengetahui pengaruh lubang biopori terhadap peningkatan koefisien permeabilitas.

I.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk memberikan informasi tentang pengaruh LRB terhadap Peningkatan Koefisien Permeabilitas Lapangan.
- b. Dapat digunakan sebagai bahan atau referensi yang standar untuk mengetahui Koefisien Permeabilitas Lapangan yang dipengaruhi oleh LRB.

I.6. Ruang lingkup penelitian

Penelitian yang dilakukan difokuskan pada peningkatan koefisien permeabilitas pada tanah lempung di UKI cawang dengan membuat Lubang Resapan Biopori (LRB) di beberapa titik yang sudah ditentukan. Nilai koefisien permeabilitas dapat di ketahui langsung dilapangan dengan menggunakan alat yang sudah disiapkan sebelumnya. Dan sampel tanah asli juga diambil untuk tes permeabilitas dilaboratorium Mekanika Tanah FT UKI sebagai bahan pembanding.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

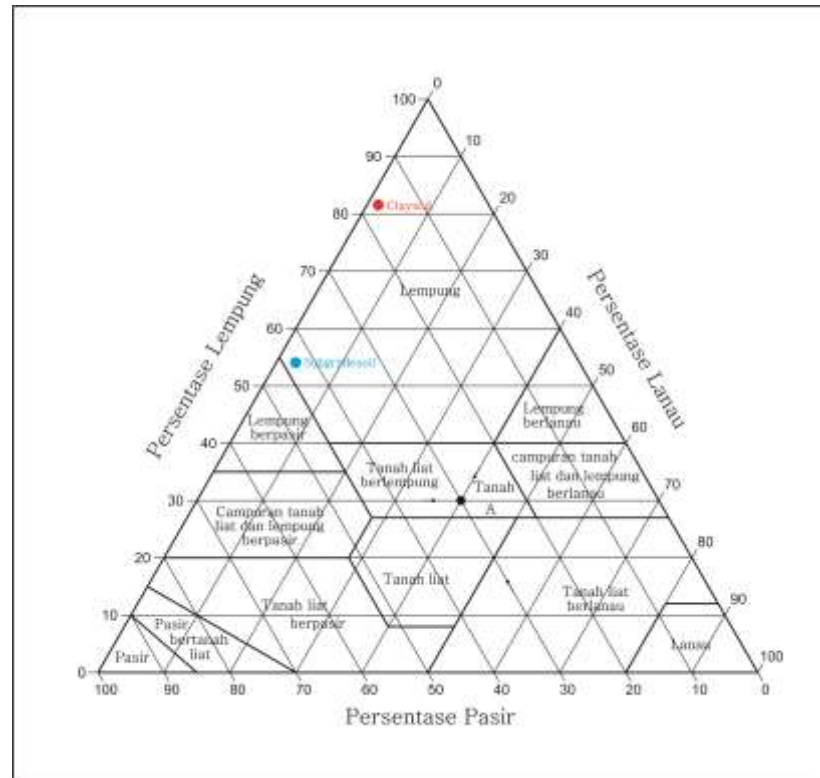
II.1. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Walaupun saat ini terdapat berbagai sistem klasifikasi tanah, tetapi tidak ada satupun dari sistem-sistem tersebut yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai segala kemungkinan pemakaiannya. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah yang sangat bervariasi.

II.1.1. Klasifikasi Berdasarkan Tekstur

Dalam pengertian umum, arti dari tekstur adalah keadaan permukaan tanah dari suatu struktur tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dari suatu struktur tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir tanah. Atas dasar ukuran butir-butirnya tanah dibagi dalam beberapa kelompok, yaitu kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Dalam sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur ini, tanah diberi nama atas komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (*sandy-clay*), lempung berlanau (*silty-clay*), dan seterusnya. Beberapa sistem klasifikasi berdasarkan tekstur telah dikembangkan sejak dulu oleh berbagai organisasi guna memenuhi kebutuhan sendiri. Diantaranya sistem tekstur yang berhasil dikembangkan adalah sistem yang digunakan oleh Departemen Pertanian Amerika (USDA). Sistem ini didasarkan pada ukuran batas dari butiran tanah yaitu :

- a. Pasir : merupakan butiran dengan diameter 2,0 - 0,05 mm
- b. Lanau : merupakan butiran dengan diameter 0,05 - 0,002 mm
- c. Lempung : merupakan butiran dengan diameter $\leq 0,002$ mm



Gambar 2.1 klasifikasi berdasarkan tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)

Pemakaian bagan tersebut dapat diterangkan secara jelas dengan menggunakan sebuah contoh. Apabila distribusi ukuran butir tanah **A** adalah: 30% pasir, 40% lanau, dan 0% butiran dengan ukuran lempung ($\leq 0,002$ mm), klasifikasi tekstur tanah yang bersangkutan dapat ditentukan dengan cara seperti yang ditunjukkan dengan anak panah dalam bagan tersebut. Sebagai contoh, apabila tanah B mempunyai pembagian ukuran butir: 20% kerikil, 10% pasir, 30% lanau, dan 40% lempung, komposisi tekstural yang dimodifikasi adalah:

$$\text{Pasir} = \frac{10 \times 100}{(100 - 20)} = 12,5\%$$

$$\text{Lanau} = \frac{30 \times 100}{(100 - 20)} = 37,5\%$$

$$\text{Lempung} = \frac{40 \times 100}{(100 - 20)} = 50,0\%$$

Berdasarkan pada persentase butiran yang telah dimodifikasi tersebut, sistem klasifikasi USDA menunjukkan bahwa tanah B adalah termasuk tanah lempung. Tetapi karena persentase kerikil yang dikandung oleh tanah B cukup besar, maka tanah tersebut dapat dinamakan sebagai lempung berkerikil (gravelly clay).

II.1.2. Klasifikasi Berdasarkan Pemakaian

Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur adalah relatif sederhana karena ia hanya di dasarkan pada distribusi ukuran butiran tanah saja. Dalam kenyataannya, jumlah dan jenis dari mineral lempung yang dikandung oleh tanah sangat mempengaruhi sifat fisis tanah yang bersangkutan. Oleh karena itu perlu memperhitungkan sifat plastisitas tanah, yang disebabkan adanya kandungan mineral lempung, agar dapat menafsirkan ciri-ciri suatu tanah. Karena sistem klasifikasi berdasarkan tekstur tidak memperhitungkan sifat plastisitas tanah, dan secara keseluruhan tidak menunjukkan sifat-sifat tanah yang penting, maka sistem tersebut dianggap tidak memadai untuk sebagian besar dari keperluan teknik. Pada saat sekarang ada dua buah sistem klasifikasi tanah yang selalu dipakai oleh para ahli teknik sipil. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi Unified. Sistem klasifikasi AASHTO pada umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di semua Negara bagian di Amerika Serikat. Sedangkan sistem klasifikasi Unified pada umumnya lebih disukai para ahli geoteknik untuk keperluan-keperluan teknik yang lain.

II.3. Permeabilitas Tanah

Air yang terdapat didalam tanah, dapat dibedakan atas air absorpsi yakni air yang diabsorpsi oleh permukaan butir-butir tanah, air kapiler yakni air yang tertahan dalam pori oleh tegangan permukaan dan air gravitasi yakni air yang bergerak sepanjang pori oleh gaya gravitasi. Air dalam tanah adalah air bebas dalam zone jenuh (saturation zone) yang selanjutnya dapat dibedakan atas air tanpa tekanan dengan permukaan yang bebas dan air tanah terkekang tanpa permukaan bebas.

Permeabilitas tanah didefinisikan sebagai sifat dari material berpori yang memberikan jalan bagi air untuk mengalir melalui rongga-rongga didalamnya. Material yang memiliki rongga-rongga yang continue disebut *permeable material* seperti kerikil, sedangkan lempung termasuk material *non permeable*. Didalam tanah, sifat aliran mungkin laminar atau turbulen. Pada aliran laminar, masing-masing partikel cairan melalui jalur tertentu yang tidak bertabrakan dengan jalur dari partikel lainnya. Sedangkan pada aliran turbulen, jalur masing-

masing partikel saling bertabrakan tidak beraturan.¹⁰ Tahanan terhadap aliran bergantung pada jenis tanah, ukuran butiran, bentuk butiran, rapat massa, serta bentuk geometri rongga pori. Temperatur juga sangat mempengaruhi tahanan aliran (kekentalan dan tegangan permukaan). Tinggi rendahnya permeabilitas ditentukan ukuran pori sebagai berikut:

- a. Pasir bersifat sangat permeable (permeabilitasnya tinggi)
- b. Lempung bersifat impermeable (permeabilitasnya rendah)
- c. Lanau dan tanah campuran pasir lempung permeabilitasnya antara pasir lempung.

Koefisien Permeabilitas (k). Nilai k untuk macam-macam tanah yaitu :

1. Kerikil > 10 cm/det
2. Pasir $10-10^2$ cm/det
3. Lanau 10^2-10^5 cm/det
4. Lempung $< 10^5$ cm/det

Tabel 2.6 Klasifikasi Permeabilitas Tanah

Permeabilitas (cm/jam)	Kelas
$<0,1$	Sangat lambat
$0,1-0,5$	lambat
$0,5-2,0$	Agak lambat
$2,0-6,5$	sedang
$6,5-12,5$	Agak cepat
$12,5-25$	cepat
>25	Sangat cepat

Sumber : Sutanto, R. (2005)¹¹.

Aliran dalam tanah umumnya aliran laminar berlaku hukum Darcy yang menghubungkan antara kecepatan aliran, koefisien permeabilitas dan gradien hidrolik. Menurut Susanto¹², pada kebanyakan tanah, pada kenyataan konduktivitas hidrolik tidak selamanya tetap. Karena berbagai proses kimia, fisika dan biologi, konduktivitas hidrolik bisa berubah saat air masuk dan mengalir ke dalam tanah. Perubahan yang terjadi pada komposisi ion kompleks yang dapat dipertukarkan seperti saat air memasuki tanah

¹⁰ Kodoatie, R. J. (2012). *Tata Ruang Air Tanah*. Penerbit Andi.

¹¹ Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Kanisius.

¹² Ngudiantoro, N., Pawitan, H., Ardiansyah, M., Purwanto, M. Y. J., & Susanto, R. H. (2009). Pemodelan Fluktuasi Muka Air Tanah Untuk Mendukung Pengelolaan Air Pada Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut Tipe A/B. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi*, 10(2), 92-10

mempunyai komposisi atau konsentrasi zat terlarut yang berbeda dengan larutan awal, bisa sangat merubah konduktivitas hidroulik. Secara umum konduktivitas akan berkurang bila konsentrasi zat terlarut elektrolit berkurang, disebabkan oleh fenomena pengembangan dan dispersi yang juga dipengaruhi oleh jenis-jenis kation yang ada pelepasan dan perpindahan partikel-partikel lempung, selama aliran yang lama, bisa menghasilkan penyumbatan pori. Interaksi zat terlarut dan matrik tanah dan pengaruhnya terhadap konduktivitas hidroulik khususnya penting pada tanah-tanah masam dan berkadar natrium tinggi.

Pada beberapa masalah permeabilitas digunakan sebagai persamaan untuk Ks (keterhantaran hidrolis jenuh), sebagai contoh permeabilitas oleh Uhlend dan O'Neal (1951), kecepatan aliran air pada kondisi hidrolis > 1 diukur sebagai permeabilitas tanah. Hukum Darcy menunjukkan bahwa kecepatan aliran (flux) adalah sama dengan Ks (keterhantaran hidrolis jenuh) hanya jika gradient hidrolis sama dengan 1. Karenanya nilai kecepatan aliran tidak sama.

Permeabilitas sebagai sifat suatu benda yang dapat dirembesi oleh cairan (melalui osmosis atau difusi). Sedangkan wikipedia mendefinisikannya sebagai: Permeabilitas pada mekanika fluida dan ilmu tanah (umumnya dilambangkan dengan κ atau k) adalah ukuran dari kemampuan benda berpori (biasanya batu) untuk melewatkan cairan.

Satuan permeabilitas yang biasa digunakan adalah darcy (D) atau yang lebih umum milidarcy (mD) yaitu (*cm/det*).

Tanah adalah kumpulan partikel padat dengan rongga yang saling berhubungan. Rongga ini memungkinkan air dapat mengalir di dalam partikel melalui rongga dari satu titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah. Sifat tanah yang memungkinkan air melewatinya pada berbagai laju alir tertentu disebut permeabilitas tanah. Sifat ini berasal dari sifat alami granular tanah, meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor lain (seperti air terikat di tanah liat). Jadi, tanah yang berbeda akan memiliki permeabilitas yang berbeda.

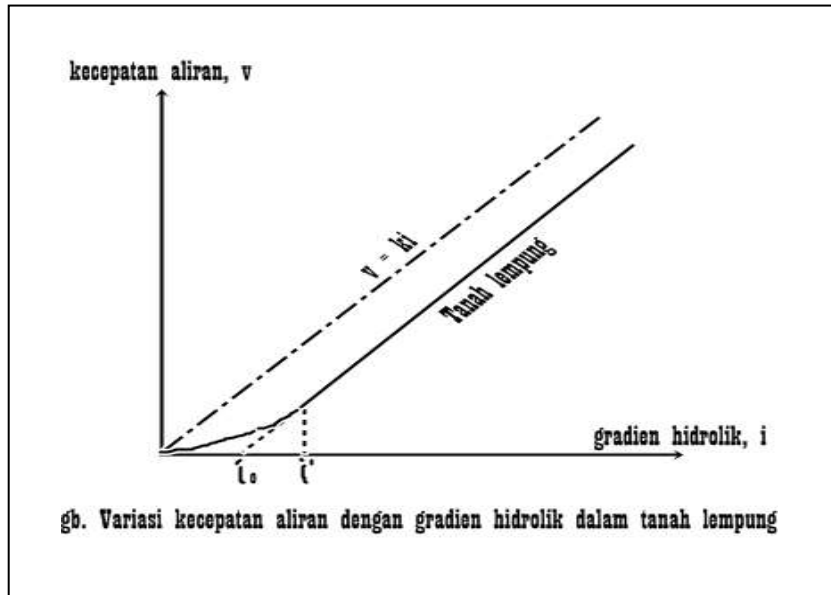
II.4. Hukum Darcy

Darcy (1856)¹³, memperkenalkan suatu persamaan sederhana yang digunakan untuk menghitung kecepatan aliran air yang mengalir dalam tanah yang jenuh, dinyatakan sebagai berikut:

$$v = ki \quad (2.1)$$

dengan :

v = Kecepatan air (cm/det)
 i = Gradien hidrolik
 k = Koefisien permeabilitas (cm/det)



Gambar 2.4 variasi kecepatan aliran dengan gradient hidrolik dalam tanah lempung

Hukum Darcy yang didefinisikan oleh persamaan diatas menunjukkan bahwa kecepatan aliran v mempunyai hubungan linear dengan gradien hidrolik i dan grafik dari hubungan tersebut melalui pusat sumbu seperti pada gambar diatas.

Debit rembesan (q) dinyatakan dalam persamaan :

$$q = k \cdot i \cdot A \quad (2.2)$$

Lalu telah diketahui bahwa: $v = \frac{Q}{At}$ dan $I = \frac{\Delta h}{L}$, sehingga hukum Darcy bisa dinyatakan dengan

$$\text{persamaan : } Q = \frac{(k \cdot A \cdot t \cdot \Delta h)}{L} \quad (2.3)$$

dengan : A = luas penampang aliran (m^2 atau cm^2)

t = waktu tempuh fluida sepanjang L (detik)

Δh = selisih ketinggian (m atau cm)

L = panjang daerah yang dilewati aliran (m atau cm)

¹³ Braja, M. D., & Indrasurya, T. B. M. (1998). Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), hal 81

II.5. Koefisien Permeabilitas

Hukum Darcy menunjukkan bahwa permeabilitas tanah ditentukan oleh koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas terutama tergantung pada ukuran rata-rata pori yang dipengaruhi oleh distribusi ukuran partikel, bentuk partikel, dan struktur tanah. Secara garis besar, makin kecil ukuran partikel, makin kecil pula ukuran pori dan makin rendah koefisien permeabilitasnya. Koefisien permeabilitas tanah bergantung pada berbagai faktor. Ada enam faktor utama yang memengaruhi permeabilitas tanah, yaitu:

- Viskositas cairan, semakin tinggi viskositasnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin kecil.
- Distribusi ukuran pori. semakin merata distribusi ukuran porinya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Distribusi ukuran butiran, semakin merata distribusi ukuran butirannya, koefisien permeabilitasnya cenderung semakin kecil.
- Rasio kekosongan (*void*), semakin besar rasio kekosongannya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin besar.
- Kekasaran partikel mineral, semakin kasar partikel mineralnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.
- Derajat kejenuhan tanah, semakin jenuh tanahnya, koefisien permeabilitas tanahnya akan semakin tinggi.

Suatu lapisan tanah yang berbutir kasar yang mengandung butiran-butiran halus memiliki harga k yang lebih rendah. Koefisien permeabilitas merupakan fungsi dari angka pori, tanah yang berlapis-lapis, permeabilitas untuk aliran sejajar lapisan lebih besar dari pada permeabilitas untuk aliran tegak lurus lapisan. Permeabilitas lempung yang bercelah (*fissured*) lebih besar dari pada lempung yang tidak bercelah (*unfissured*). Koefisien permeabilitas (k) tergantung dari jenis serta kerapatan tanah. Pada umumnya koefisien permeabilitas itu mempunyai harga yang sangat berbeda-beda, seperti yang tercantum pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.7 Nilai Koefisien Permeabilitas Secara Kasar

	Lempung	Lanau	Pasir sangat halus	Pasir halus	Pasir sedang	Pasir kasar	Kerikil kecil
D_{10} (mm) k (cm/sec)	0-0,01 3×10^{-6}	0,01-0,05 $4,5 \times 10^{-4}$	0,05-0,10 $3,5 \times 10^{-3}$	0,10-0,25 $1,5 \times 10^{-2}$	0,25-0,50 $8,5 \times 10^{-2}$	0,50-1,0 $3,5 \times 10^{-1}$	1,0-5,0 3,0

Sumber : Nakazawa, K., & Sosrodarsono, S. (2000). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta

II.6. Lubang Resapan Biopori

Biopori adalah teknologi alternatif penyerapan air hujan selain dengan sumur resapan. Biopori membuat keseimbangan alam terjaga, sampah organik yang sering menimbulkan bau tidak sedap dapat tertangani, disamping itu kita dapat menabung air untuk keperluan musim kemarau. Kelebihan lain dari biopori adalah memperkaya kandungan air hujan. Bila sumber air hanya berupa air hujan tanpa tambahan apa-apa berarti kandungannya hanya H₂O. Namun setelah diresapkan kedalam tanah lewat biopori yang mengandung lumpur dan bakteri, air akan melarutkan dan kemudian mengandung mineral-mineral yang diperlukan oleh kehidupan.

Biopori adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktifitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap dan fauna tanah lainnya. Lubang-lubang yang terbentuk ini akan terisi udara, dan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah. Bila lubang-lubang biopori bisa dibuat dengan jumlah banyak, maka kemampuan sebidang tanah untuk meresapkan air diharapkan semakin meningkat. Dengan meningkatnya kemampuan tanah dalam meresapkan air, maka akan memperkecil peluang terjadinya aliran air di permukaan tanah atau dengan kata lain dapat mengurangi bahaya banjir. Lubang-lubang tersebut juga diisi dengan bahan organik, seperti sampah-sampah organik rumah tangga, potongan rumput, dan sejenisnya. Bahan organik ini kelak akan dijadikan sumber energi bagi organisme di dalam tanah, sehingga aktifitas mereka akan meningkat. Dengan meningkatnya aktifitas mereka, maka akan semakin banyak biopori yang terbentuk.

Lubang resapan biopori dan sumur resapan diharapkan dapat menjadi solusi terbaik untuk mengurangi masalah banjir atau genangan air di Jakarta khususnya di Kampus UKI Cawang. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya terbukti bahwa sumur resapan dan lubang resapan biopori sangat efektif menyerap air, Saat air masuk kedalam lubang resapan biopori maka air akan mengalir masuk kedalam lubang-lubang kecil yang dibuat oleh organisme tanah seperti cacing. Lubang resapan biopori dan sumur resapan memang sangat berguna bagi daerah yang sering dilanda banjir atau genangan air seperti di Kampus UKI-Cawang karena dapat menambah daya serap tanah terhadap air yang berdampak untuk mengurangi banjir atau genangan air, menambah air tanah (mencegah kelangkaan air) dan mencegah turunnya permukaan tanah.

BAB III

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

III.1. Tinjauan Umum

Perencanaan suatu pekerjaan diperlukan tahapan-tahapan atau metodologi yang jelas untuk menentukan hasil yang ingin dicapai sesuai dengan tujuan yang ada. Sifat dan karakteristik yang ada dapat diketahui dari data-data yang diperoleh kemudian diolah, setelah itu dilakukan analisa untuk pemecahan masalah dari data tersebut.

III.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sekitar Kampus UKI Cawang Jakarta Timur dengan memakan waktu kurang lebih tiga bulan yaitu dari bulan November 2013- Januari 2014. Dan analisis karakteristik sampel tanah yang diambil dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah FT-UKI.

III.3. Bahan dan Alat

III.3.1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: bahan tanah, bahan pasir, dan bahan kompos, dan bahan yang digunakan dalam analisis di laboratorium. Bahan tanah meliputi: tanah asli. Bahan pasir meliputi: pasir putih. Bahan kompos meliputi: sampah yaitu daun-daun yang telah membusuk. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis di laboratorium meliputi: air bersih, air raksa, Sodium tripolyphosphate (STPP) dan lain-lain.

III.3.2. Alat

Peralatan yang digunakan meliputi: alat pengambilan contoh tanah, alat pembuatan LRB, dan alat untuk analisis di laboratorium. Alat pengambilan contoh tanah meliputi: bor tangan, tabung, pisau, kantong plastik, dan karet. Alat pembuatan LRB meliputi: bor tanah, pisau dan balok kayu.

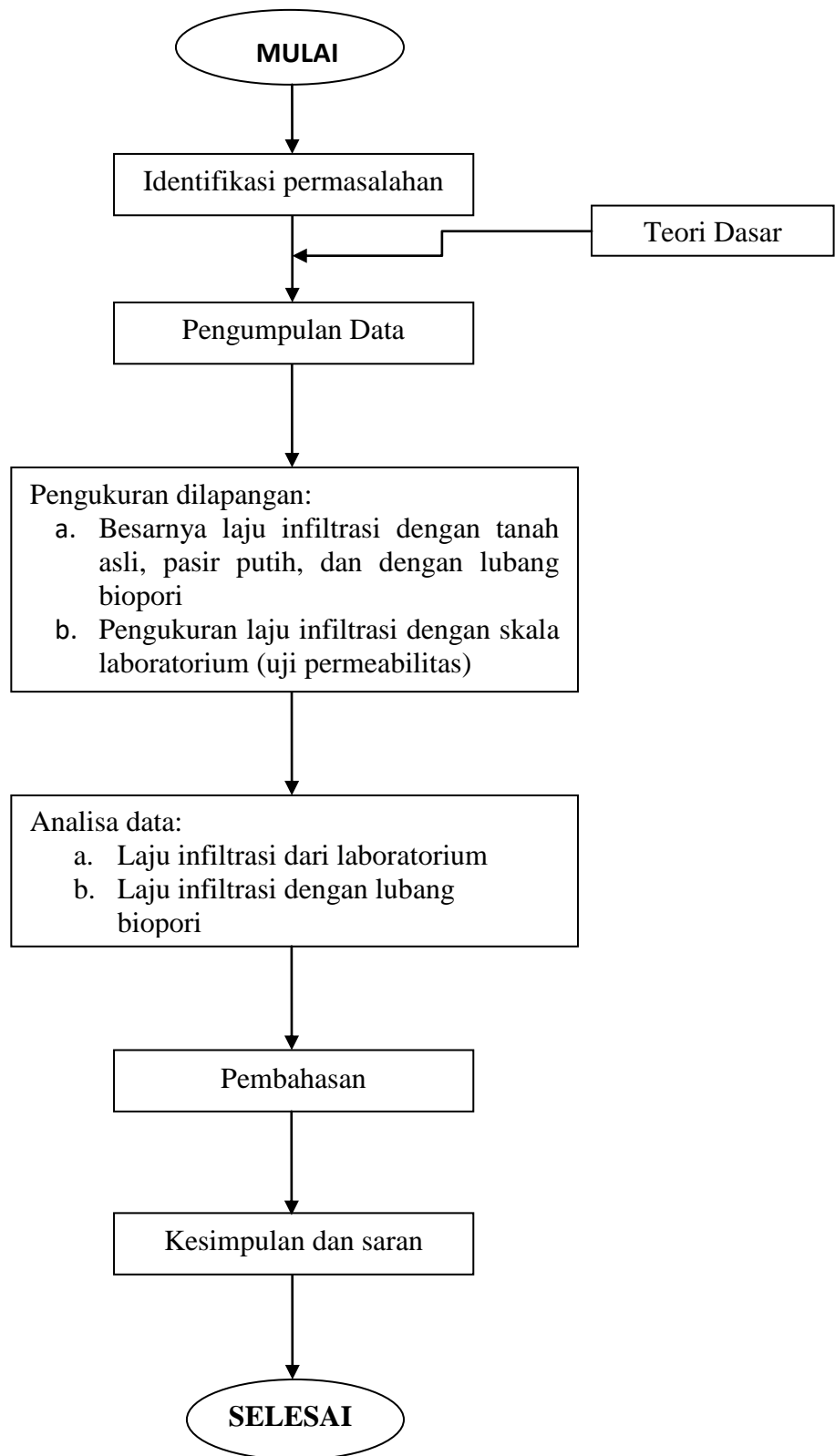
Adapun alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium serta parameter yang akan didapatkan adalah sebagai berikut:

Parameter	Alat
Kadar Air	container, Timbangan dengan ketelitian 0,01 g, Oven
Berat Jenis Tanah	Botol Erlenmeyer, timbangan dengan ketelitian 0,01 g, thermometer, kompor listrik, oven, dish, pipet, dan alat pengaduk.
Berat isi tanah	Ring, oven, dan timbangan dengan ketelitian 0,01 g.
Batas Susut	Silinder, timbangan dengan ketelitian 0,01 g, Oven, Container kaca dan air raksa (Hg), pelat kaca yang dilengkapi 3 buah jarum dan piring.
Batas Plastis	Pelat kaca, timbangan dengan ketelitian 0,01 gr, container, mangkok porselin, stikmaat/jangka sorong, dan Oven.
Batas Cair	Pelat kaca, pisau dempul, timbangan dengan ketelitian 0,01 gr, container, pisau pemotong, cawan porselin, air, dan oven.
Uji Saringan	Satu set sieve ayakan dengan ukuran menurut standar, timbangan.
Analisis Hidrometer	Hidrometer, 2 buah tabung gelas dengan volume 1000cc, stopwatch, mixer dan mangkoknya, timbangan, termometer, dish, dan Oven.
Uji permeabilitas	Constant head, gelas ukur, alat tumbuk, stopwatch, timbangan

III.4. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui tingkat peresapan tanah lempung di Cawang-UKI dengan metode penelitian yang dilakukan Lapangan dan Laboratorium. Dengan langkah-langkah pengerjaan sebagai berikut.

1. Mencari dan mengumpulkan data literatur yang telah ada sebelumnya tentang biopori, dan tanah lempung.
2. Observasi kondisi tanah dan biopori dilapangan untuk mendapatkan data tingkat peresapan air dengan menggunakan material tanah asli, pasir dan sampah. Dan pengambilan sampel tanah yang akan diteliti dilaboratorium untuk mendapatkan atau mengetahui sifat fisik tanah tersebut.
3. Menentukan nilai permeabilitas tanah lempung tersebut dengan menggunakan alat constant head.
4. Mengambil kesimpulan dari hasil pembahasan dan saran untuk menjadi acuan dalam penentuan koefisien permeabilitas tanah baik dari lapangan maupun laboratorium.



Gambar 3.3. Bagan diagram alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Pengujian Laboratorium Terhadap sifat fisik tanah

Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah dan jenis tanah yang ada dilapangan yang meliputi kadar air, berat volume tanah, berat jenis tanah, batas-batas atterberg (batas cair, batas plastis, batas susut), uji saringan, dan analisa hidrometer. Hasil dari Pengujiannya adalah sebagai berikut:

IV.1.1 Kadar air

Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan kadar air yang terkandung di dalam suatu contoh tanah dengan metode pengeringan di oven. Kandungan air dan udara yang terdapat didalam tanah menempati rongga yang terdapat diantara butiran yang disebut pori tanah. Besarnya kandungan air yang terdapat didalam suatu contoh tanah yang sering disebut kadar air, w_c (water content) dinyatakan dalam presentase terhadap berat tanah dalam keadaan kering.

Tabel 4.1 Kadar Air dalam Tanah

Jenis tanah	Kadar air (w)
Pasir lembab	2-10%
Lempung sedikit membatu	2-10%
Lempung	20-60%

Pada Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa lempung memiliki nilai kadar air (w) yang paling besar karena daya simpan lempung terhadap air lebih besar dibanding jenis jenis tanah yang lainnya.

IV.1.2 Berat isi tanah

Bertujuan untuk mendapatkan berat isi tanah yang merupakan perbandingan antara berat tanah basah dengan volumenya.

IV.1.3 Berat jenis tanah

Percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis suatu tanah. Dan berat jenis tanah ini dapat dipakai untuk mengetahui berat relatif tanah terhadap berat air yang

mempunyai berat volume sebesar satu.

Tabel 4.2 Sifat Fisik Tanah terhadap Pengujian 3 Buah Sampel Tanah

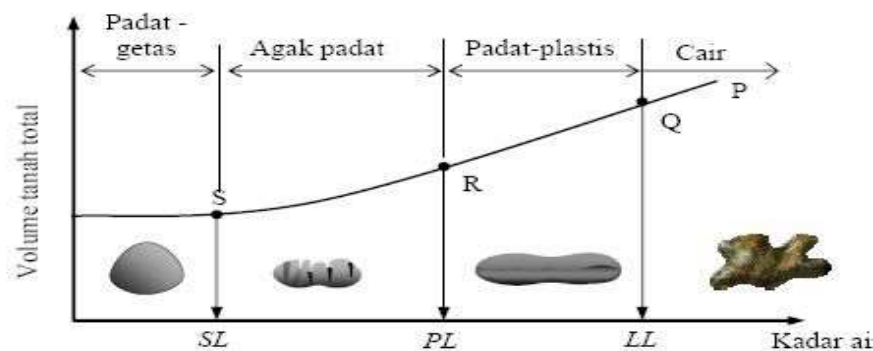
No. Sampel	Kadar air (%)	Berat Volume Tanah Basah (gr/cm ³)	Berat Jenis (Gs)
1	41.57%	1.56	2.74
2	39.90%	1.45	2.33
3	45.30%	1.48	2.66

Dengan kadar air yang sudah didapat maka dapat disimpulkan bahwa kadar air 20-60% berjenis tanah Lempung.

IV.1.4 Batas-batas atterberg

Atterberg memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (liquid limit), batas plastis (plastic limit), dan batas susut (shrinkage limit). Kedudukan batas-batas konsistensi untuk tanah kohesif dapat dilihat pada Gbr 4.1 sedangkan angka-angka batasan Atterberg untuk bermacam-macam mineral lempung menurut Mitchell (1976) dapat dilihat pada Tabel 4.3.

$$PI = LL - PL$$



Gbr 4.1 Variasi volume dan kadar air pada kedudukan batas cair, batas plastis, dan batas susut

Tabel 4.3 Harga-harga batasan atterberg untuk mineral lempung

Mineral	Batas cair	Batas plastis	Batas susut
Monmorillonite	100-900	50-100	8.5-15
Montronite	37-72	19-72	-
Illite	60-120	35-60	15-17
Kaolinite	30-110	25-40	25-29
Halloysite	50-70	47-60	-
Terhidrasi	35-55	30-45	-
Holloysite	160-230	100-120	-
Attapulgate	44-47	36-40	-
Chlorite	200-250	130-140	-
Allophone			

Sumber: (Mitchell, 1976)

a. Batas cair (liquid limit)

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan besarnya kadar air di dalam contoh tanah pada saat fase tanah akan berubah dari cair menjadi plastis atau sebaliknya.

b. Batas plastis

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air didalam tanah pada fase antara plastis dan semi padat. Perubahan tanah dari cair menjadi padat tersebut akan melalui fase yang dinamakan semi padat. Maka dari itu Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan besarnya kadar air di dalam contoh tanah pada saat tanah akan berubah dari fase plastis menjadi fase semi padat atau sebaliknya. dimana tanah dapat digulung-gulung sampai diameter 3,1 mm (1/8 inci).

c. Batas susut

Batas susut diindikasikan sebagai kadar air dimana pengurangan kadar air pada tanah tidak lagi mempengaruhi volume total tanah.

Pengujian batas susut ini bertujuan untuk menentukan kadar air di dalam contoh tanah pada saat tanah berubah dari fase semi padat menjadi padat.

d. Indeks Plastisitas (PI)

Selisih antara batas cair dan batas plastis ialah daerah dimana tanah tersebut dalam keadaan plastis (*plasticity index*).

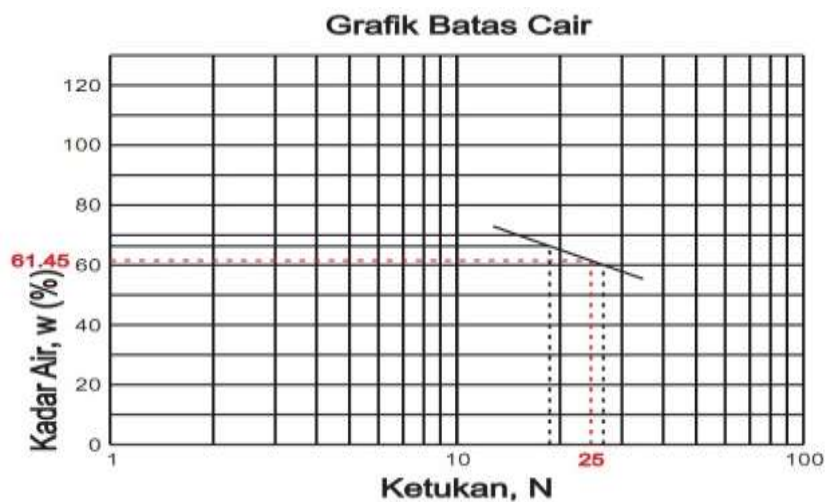
Tabel 4.4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah
0	Non plastis	Pasir
<7	Plastisitas rendah	Lanau
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau
>17	Plastisitas tinggi	lempung

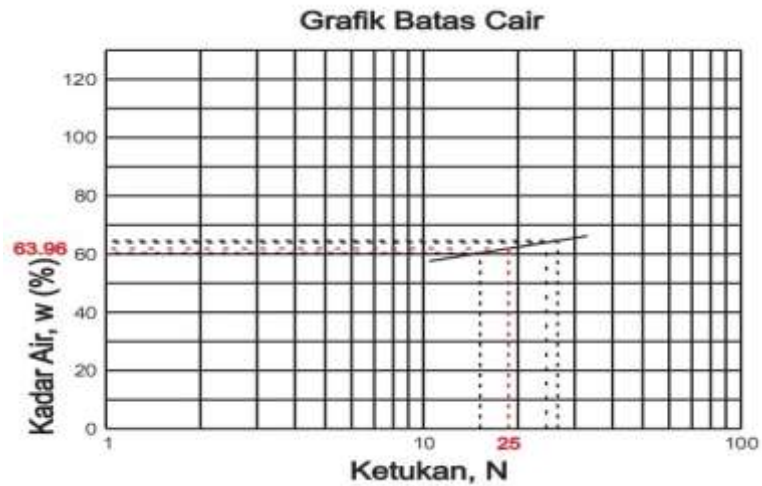
Adapun hasil percobaan dan perhitungan yang didapat dari pengujian batas-batas atterberg sebagai berikut:

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Batas-batas Atterberg

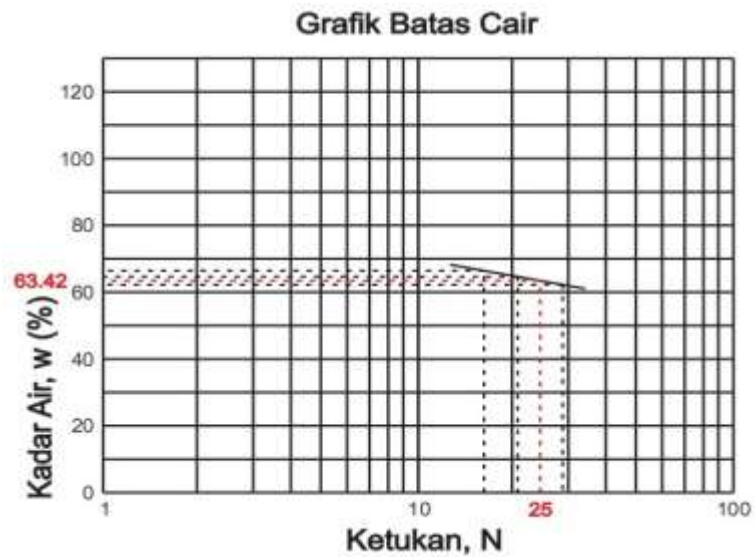
Jenis tanah	Batas Cair, WL (%)	Batas Plastis, Wp (%)	Batas Susut, Ws (%)	Indeks Plastis, Ip (%)
Lempung	61.45%	50.57%	2.85%	28.9%
	63.96%	47.15%	1.47%	30.18%
	63.42%	45.61%	1.90%	30.64%



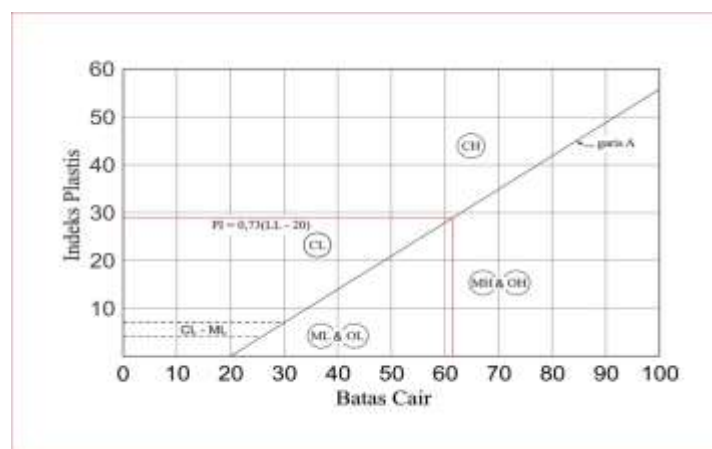
Grafik 4.1. hubungan kadar air dan jumlah pukulan pada sampel 1



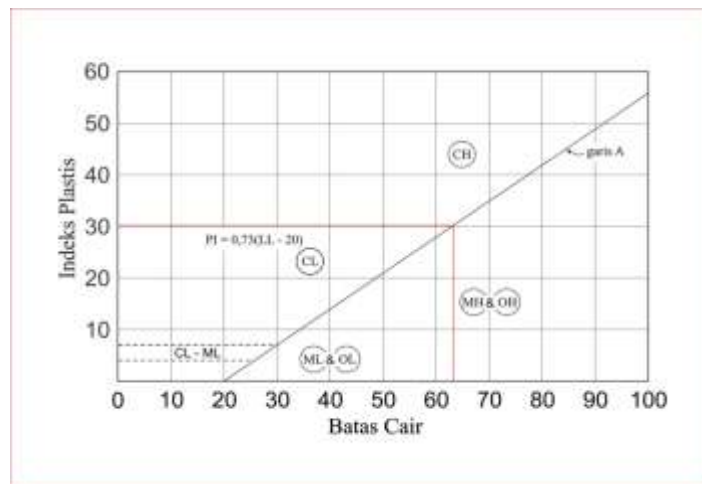
Grafik 4.2. hubungan kadar air dan jumlah pukulan pada sampel 2



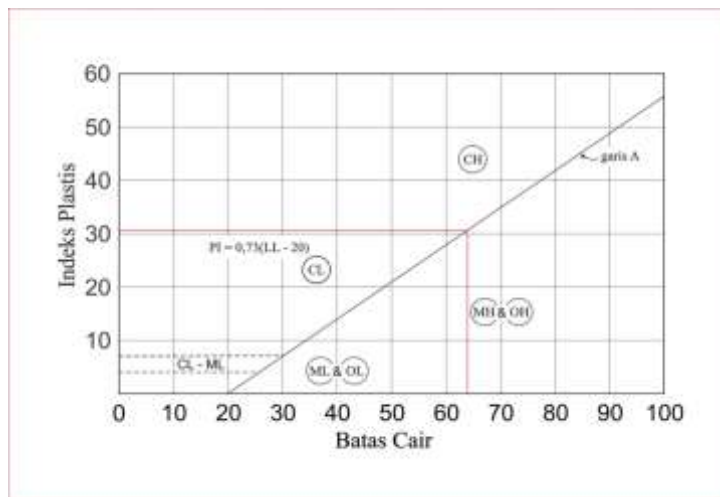
Grafik 4.3 hubungan kadar air dan jumlah pukulan pada sampel 3



Grafik 4.4 grafik plastisitas Klasifikasi Unified terhadap sampel 1



Grafik 4.5 grafik plastisitas Klasifikasi Unified terhadap sampel 2



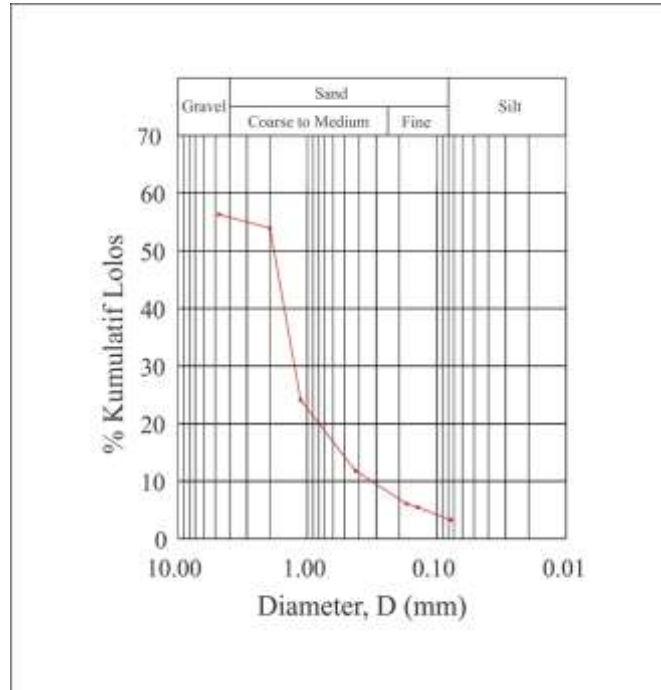
Grafik 4.6 grafik plastisitas Klasifikasi Unified pada sampel 3

Berdasarkan Tabel 4.4 maka dapat dilihat pada Gambar 4.5, 4.6, 4.7, tanah lempung dapat dikategorikan ke dalam kelompok MH atau OH berdasarkan sistem klasifikasi tanah unified. Dalam sistem Unified, yang dikembangkan di Amerika Serikat oleh Casagrande (1948), symbol kelompok terdiri dari huruf-huruf deskriptif primer dan sekunder. Klasifikasi didasarkan atas prosedur-prosedur di laboratorium dan di lapangan. Tanah yang mempertunjukkan karakteristik dari dua kelompok harus diberi klasifikasi pembatas yang di tandai oleh simbol yang dipisahkan oleh tanda hubung.

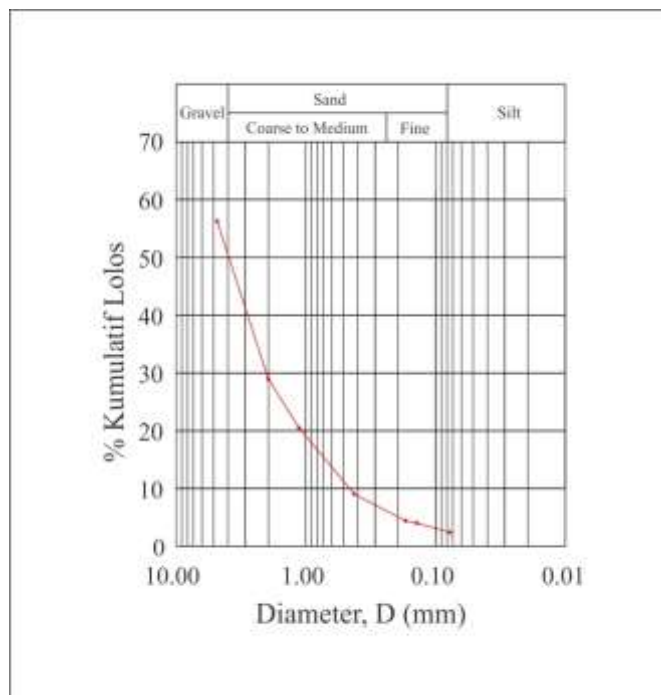
IV.1.5 Pemeriksaan Gradasi

IV.1.5.1 Analisa Saringan (*sieve analysis*)

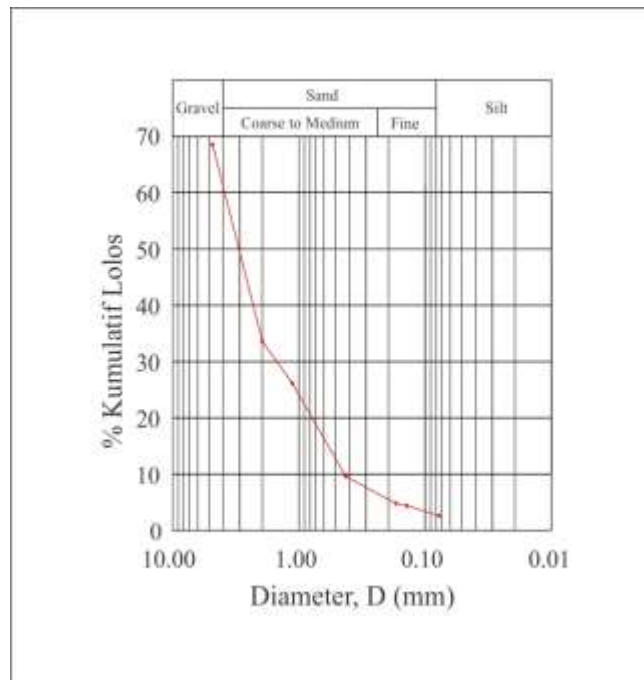
Analisa saringan adalah metode yang dipakai untuk menentukan penyebaran (distribusi) butiran tanah yang mempunyai ukuran lebih besar dari 0.075 mm.



Grafik 4.7 Kurva distribusi ukuran butiran sieve analysis sampel 1



Grafik 4.8 Kurva distribusi ukuran butiran sieve analysis sampel 2

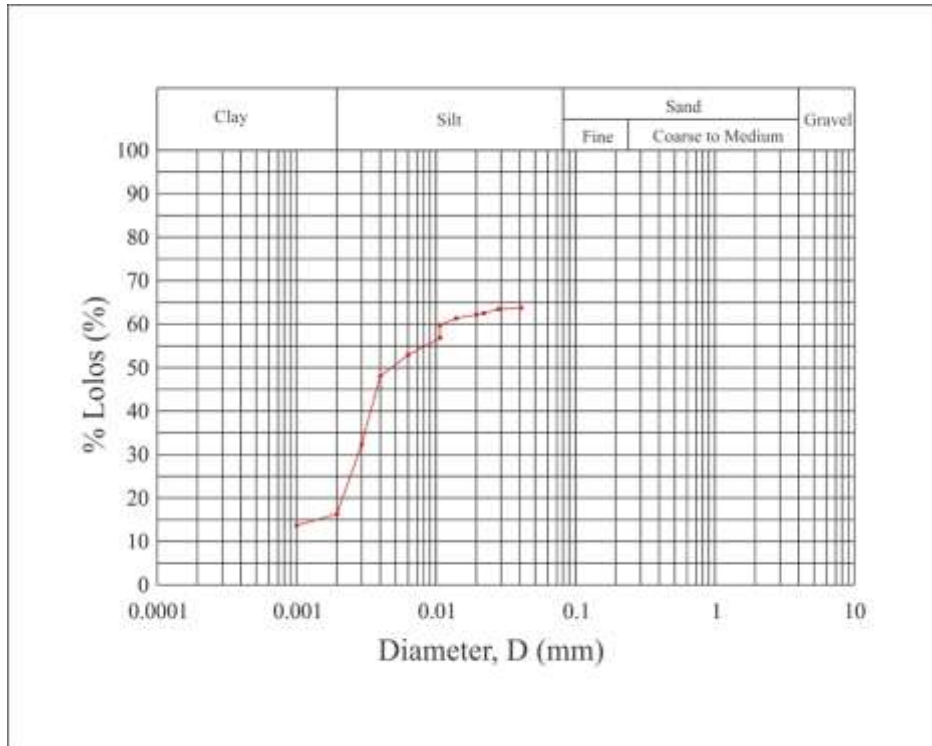


Grafik 4.9 Kurva distribusi ukuran butiran sieve analysis sampel 3

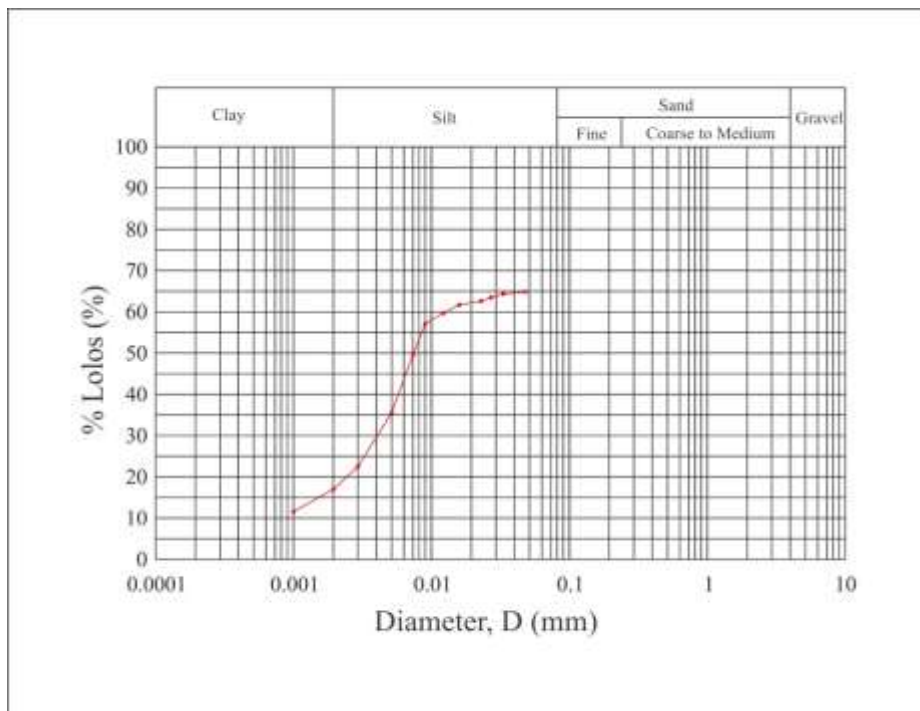
Dari hasil keseluruhan analisis gradasi diperoleh bahwa butiran tanah dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus (fine-grained soils) karena kerikil hanya berkisar 0.9%. Semakin banyak agregat halus maupun besar yang lolos saringan dengan nomor saringan terkecil maka uji kehalusan agregat semakin baik. Dengan analisa lolos ayakan tersebut dapat diketahui kualitas baik buruknya agregat tersebut. Sebaliknya jika semakin banyak agregat yang tertahan dalam saringan berdasarkan kriteria nomor saringan maka dapat disimpulkan bahwa kualitas kehalusan agregat tersebut buruk. Oleh karena itu angka kualitas kehalusan agregat sangat mempengaruhi baik buruknya kualitas gradasi agregat.

IV.1.5.2 Analisa hidrometer

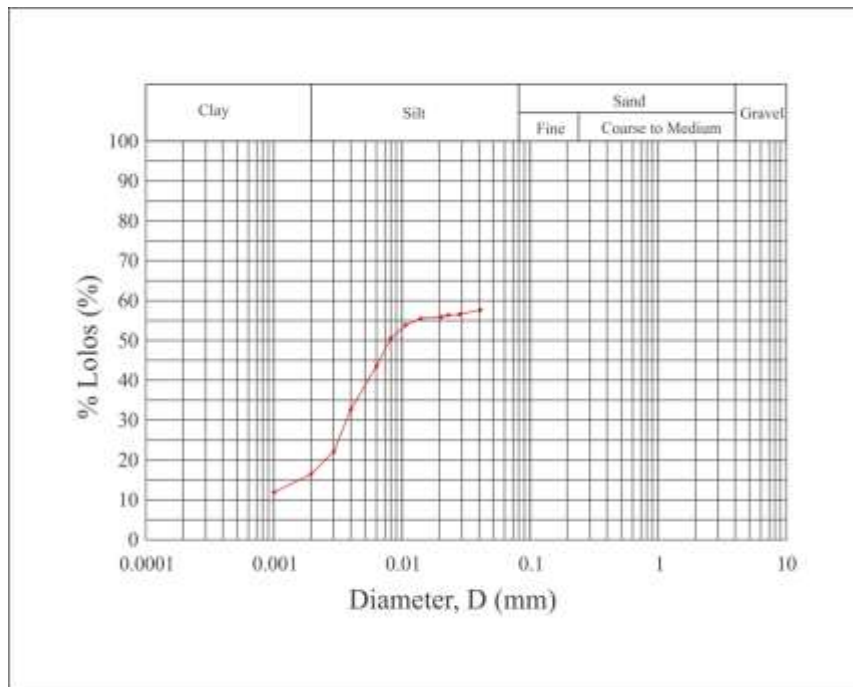
Analisa hidrometer adalah cara tidak langsung yang dipakai untuk menentukan distribusi butiran tanah yang mempunyai ukuran kurang dari 0.075 mm. analisa hidrometer menggunakan hubungan antara kecepatan jatuh butiran, berat jenis cairan serta viskositas cairan. Bahan dispersi yang digunakan pada percobaan ini adalah Sodium tripolyphosphate (STPP) yang berfungsi supaya tanah terlepas satu dengan yang lainnya, sehingga tidak terjadi penggumpalan butiran tanah.



Grafik 4.10 Distribusi Ukuran Butiran Analisa Hidrometer pada sampel 1



Grafik 4.11 Distribusi Ukuran Butiran Analisa Hidrometer pada sampel 2



Grafik 4.12 Distribusi Ukuran Butiran Analisa Hidrometer pada sampel 3

Kemiringan dan bentuk umum dari kurva distribusi butiran digambarkan oleh koefisien keseragaman (coefficient of uniformity), C_u , dan koefisien gradasi (coefficient of gradation), C_c . Berdasarkan grafik 4.10, 4.11, 4.12 yang mempunyai data hampir sama, dengan tanah berjenis lanau dengan sedikit tanah liat. Dan pada persamaan C_u dan C_c , tanah bergradasi buruk karena tidak memenuhi syarat: $1 < C_c < 3$ dan $C_u > 4$.

IV.2. Uji Permeabilitas dengan Tinggi Energi Tetap (Constant-Head)

Uji permeabilitas ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu tanah untuk meloloskan atau mengalirkan air melalui porinya. Kemampuan tanah untuk mengalirkan air dinyatakan dengan nilai koefisien permeabilitas yang dinotasikan sebagai (k).

Tabel 4.6 Penentuan Hasil (k) laboratorium dengan jenis tanah

Jenis tanah	Koefisien permeabilitas (cm/det)
Kerikil bersih	1.0-100
Pasir kasar	1.0-0.01
Pasir halus	0.01-0.001
Lanau	0.001-0.000001
lempung	< 0.000001

Tabel 4.7. hasil pengujian permeabilitas laboratorium

No sampel	Nilai k (cm/det)
1	3.1456×10^{-3}
2	1.9995×10^{-3}
3	5.0103×10^{-3}

Keadaan permeabilitas seperti yang telah dijelaskan diatas berhubungan dengan kemampuan tanah untuk dapat ditembus aliran air. Dari Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa kerikil bersih yang memiliki nilai koefisien permeabilitas yang paling besar, artinya dalam satu detik bisa mencapai kedalaman 1,0-100 cm lapisan kerikil halus. Sementara hasil yang kita dapatkan yang terlihat pada tabel 4.13 itu termasuk berjenis tanah lanau. Karena nilai k yang didapat itu $E-03$ cm/det.

IV.3. Pengukuran Penurunan Muka Air

IV.3.1. Penurunan air pada tanah asli

Pengukuran penurunan air pada tanah asli dilakukan setelah pipa ditancapkan ke dalam tanah dengan kedalaman 30 cm. Dan hasil penurunan air pada tanah asli ini akan menjadi sebagai pembanding untuk hasil penurunan air pada pasir dan lubang dengan biopori. Adapun besar penurunan air pada tanah asli, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.8 Penurunan Muka air pada tanah asli

t (menit)	Penurunan air pada tanah asli (cm)		
	Lubang 1	Lubang 2	Lubang 3
10	1.2	0.503	2.68
20	1.25	0.229	2.3
30	1.45	0.246	1.9
40	1.56	0.372	3.2
50	0.74	0.52	3.65
60	1.3	0.43	1.36
f rata-rata	1.25	0.383	2.515

Berdasarkan tabel diatas, diperoleh bahwa penurunan air tanah asli memiliki nilai penurunan yang berbeda-beda bahkan ada yang sangat kecil. Hal itu dikarenakan bahwa pada

saat pengukuran penurunan air dalam kondisi cuaca yang tidak bagus (musim hujan) dan muka air tanahpun terdapat dikedalaman 35 cm. Dan pada pengukuran pertama dilakukan pada lubang 1 dan 3 dan setelah itu baru dilakukan pengukuran pada lubang 2. Kondisi tersebut mengakibatkan tanah di lubang 2 jenuh air. Sehingga pada pengukuran penurunan air terlihat bahwa penurunan yang paling kecil terdapat di lubang 2.

IV.3.2. Penurunan air pada tanah pasir

Pengukuran penurunan air pada tanah pasir dilakukan dengan cara yang sama seperti pada tanah asli sebelumnya. Setelah tanah asli dikeluarkan dengan kedalaman 30 cm baru pasir dimasukkan didalam lubang yang telah dikosongkan itu dengan kedalaman yang sama juga. Kemudian lubang-lubang tersebut ditutup dan dibiarkan selama satu hari, setelah itu baru dilakukan pengukuran penurunan. Dan hasil penurunan air pada tanah pasir ini juga akan menjadi sebagai pembanding untuk hasil penurunan pada tanah asli dan lubang dengan biopori. Adapun besar penurunan air pada tanah pasir, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.9 penurunan muka air pada tanah pasir

t (menit)	Penurunan air pada tanah pasir (cm)		
	Lubang 1	Lubang 2	Lubang 3
10	4.2	1.9	3.7
20	3.8	1.06	2.86
30	3.26	0.71	3.18
40	2.98	1.23	3.6
50	1.67	0.5	5.25
60	0.97	1.6	5.63
f rata-rata	2.813	1.167	4.037

IV.3.3. Penurunan air pada lubang biopori

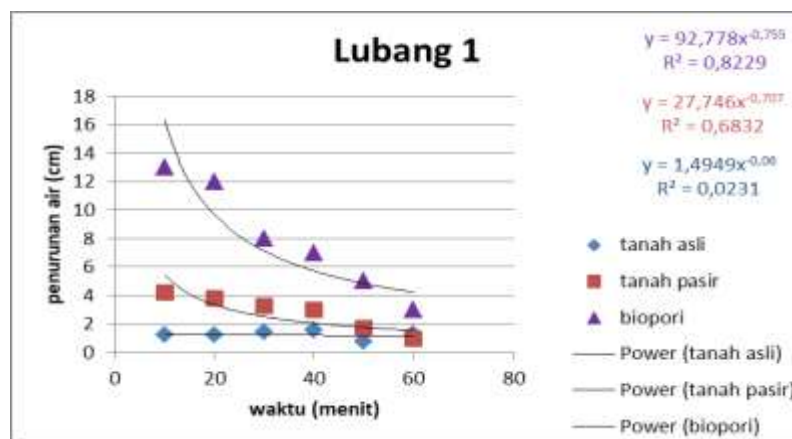
Pengukuran penurunan air pada lubang biopori dilakukan dengan cara yang sama seperti pada tanah asli dan tanah pasir sebelumnya. Setelah pasir dikeluarkan baru dimasukkan sampah organik yaitu daun-daun yang sudah kian membusuk. Kemudian ditutup dan dibiarkan selama 1,5 minggu. Kemudian dilakukan pengukuran penurunan dan hasil pengukuran pada lubang biopori ini juga akan menjadi sebagai pembanding untuk hasil penurunan pada tanah asli dan tanah pasir. Adapun besar penurunan air pada lubang biopori, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 Penurunan muka air pada lubang biopori

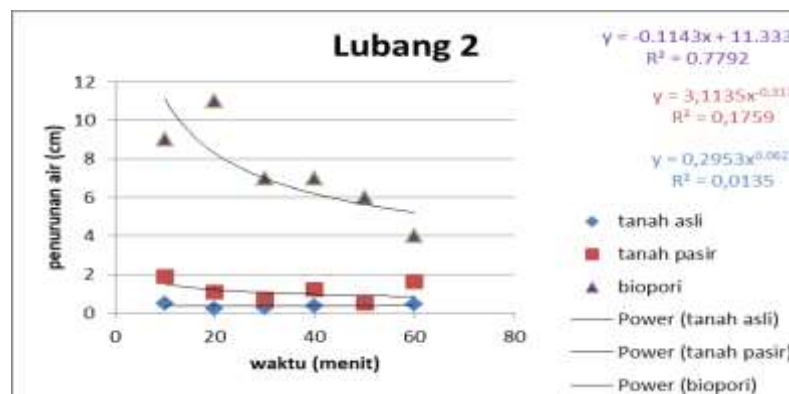
t (menit)	Penurunan air pada lubang biopori (cm)		
	Lubang 1	Lubang 2	Lubang 3
10	13	9	18
20	12	11	14
30	8	7	11
40	7	7	7
50	5	6	6
60	3	4	4
f rata-rata	8	7.333	10

IV.4 Perbandingan Besar Penurunan Muka Air pada Lubang dengan tanah asli, pasir dan dengan lubang biopori pada grafik

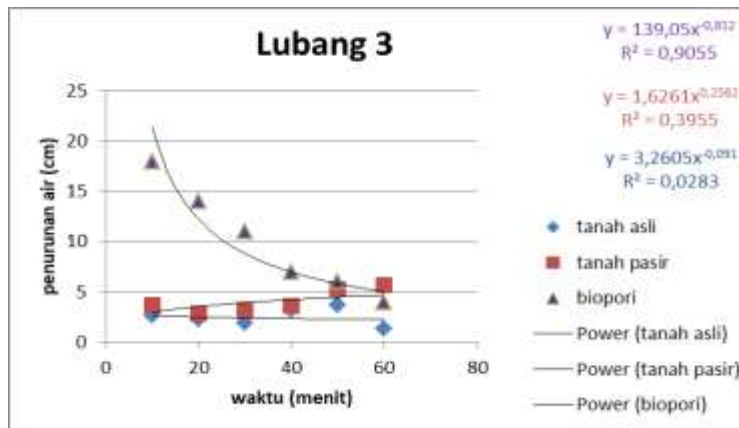
Adapun perbandingan penurunan air pada lubang dengan tanah asli, pasir dan lubang dengan biopori, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Grafik 4.13. lubang 1, antara tanah asli, tanah pasir dan biopori



Grafik 4.14. lubang 2, antara tanah asli, tanah pasir dan biopori



Grafik 4.15. lubang 3, antara tanah asli, tanah pasir dan biopori

IV.5 Pengaruh dekomposisi sampah terhadap efektivitas biopori

Peningkatan Penurunan yang terjadi dikarenakan adanya penambahan bahan organik berupa sampah daun-daunan yang kian membusuk kedalam lubang. Sampah daun-daunan yang merupakan sampah organik, terdekomposisi oleh mikroorganisme dan fauna didalam tanah. Adapun yang mempengaruhi jalannya dekomposisi mikroorganisme dalam menguraikan sampah adalah faktor kelembaban, faktor aerasi, serta lamanya pengomposan.

a. Kelembaban

Kelembaban memiliki pengaruh dalam mendukung kinerja mikroorganisme menguraikan sampah, secara tidak langsung berpengaruh pada suplai oksigen. Kelembaban dipengaruhi oleh hujan yang membasahi sampah yang berada didalam lubang, sehingga sampah menjadi basah dan kelembaban sampah meningkat. Akibatnya volume udara didalam sampah berkurang, sehingga mengganggu aktivitas mikroba. Hal ini menyatakan bahwa mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40 - 60 % adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi anaerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

b. Aerasi dan Lamanya Pengomposan

Faktor aerasi memiliki pengaruh terhadap peningkatan penurunan dengan adanya perbedaan perlakuan terhadap lubang biopori dengan menggunakan pipa tanpa berlubang. Reaksi yang terjadi pada dekomposisi ini adalah reaksi aerobik, karena pengomposan terjadi di ruang terbuka yang berada di sekitar kampus UKI. Peningkatan penurunan yang terjadi pada lubang biopori yang menggunakan pipa, dipengaruhi oleh faktor aerasi yang ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap lubang biopori dengan pipa tidak berlubang, diperoleh bahwa peningkatan penurunan lebih besar terdapat pada lubang dengan biopori dan dengan tanah pasir.

c. Analisa Penurunan Muka Air

Penurunan air dengan tanah asli lebih kecil penurunannya dibanding dengan lubang yang menggunakan pasir ataupun dengan biopori. Penurunan air yang lebih besar terdapat pada lubang dengan biopori yang menggunakan bahan organik sampah daun-daunan yang kian membusuk yang menarik para mikroorganisme untuk terus beraktivitas didalam lubang itu untuk membentuk banyak pori didalam lubang tanah tersebut.

IV.6 Uji Permeabilitas Lapangan

Metode peresapan dengan lubang biopori jarang digunakan dalam pelaksanaan uji permeabilitas dilapangan karena metode ini tidak mudah untuk digunakan pada lapisan yang paling bawah.

Nilai koefisien permeabilitas (k) lapangan dari LRB dapat diperoleh dari persamaan :

$$k = \frac{Q}{2\pi H^3} \left[\log \left(\frac{H}{r} \right) + \sqrt{1 + \left(\frac{H}{r} \right)^2} - 1 \right]^{14} \quad (4.7)$$

dengan :

k = koefisien permeabilitas (cm/dtk)

Q = debit konstan, air (cm³/dt)

r = jari-jari LRB (cm) = ½ D

H = tinggi air dalam LRB (cm)

A = luas

¹⁴ Hutabarat, P. J. (2015). *Aplikasi Nilai Koefisien Permeabilitas Terhadap Desain Sumur Resapan*

Hasil uji permeabilitas lapangan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.11 . Hasil Pengujian Permeabilitas Lapangan

No lubang	Nilai k (cm/det)		
	Tanah Asli	Pasir	Lubang Biopori
1	8.9004×10^{-4}	2.00296×10^{-3}	5.6963×10^{-3}
2	2.7271×10^{-4}	8.3095×10^{-3}	5.2192×10^{-3}
3	1.7908×10^{-3}	2.8745×10^{-3}	7.1204×10^{-3}

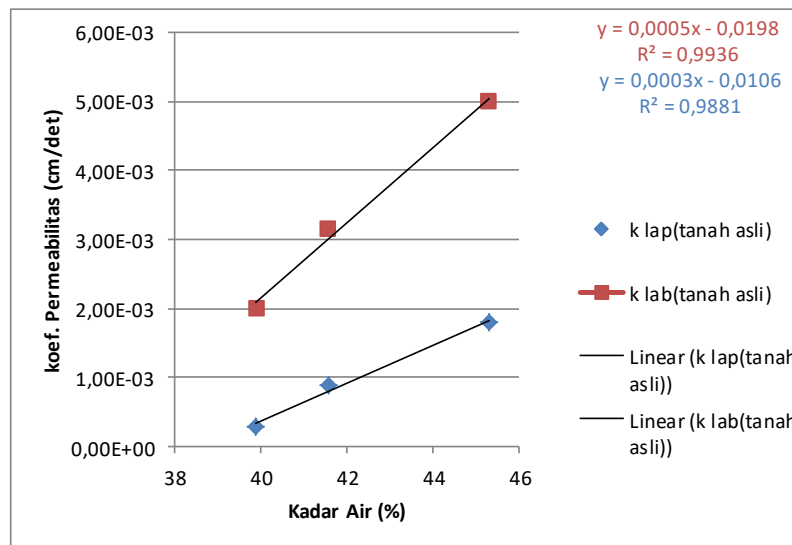
Pada tabel 4.11 dapat terlihat hubungan k lapangan untuk setiap penelitian yang dilakukan baik pada tanah asli, tanah pasir, ataupun dengan menggunakan biopori di lubang yang sama. Secara umum koefisien permeabilitas lapangan tersebut memiliki keselarasan yang sama untuk setiap lubang tetapi terlihat adanya peningkatan nilai k lapangan yang cukup tinggi pada lubang dengan menggunakan biopori.

Dengan demikian direkomendasikan bahwa k pada tanah asli 9.8452×10^{-4} , tanah pasir 4.3957×10^{-3} , dengan lubang biopori 6.01197×10^{-3} . Dan dapat diketahui juga peningkatan yang terjadi pada tanah asli dengan tanah pasir sebesar 63.33%, sementara tanah asli dengan biopori terjadi peningkatan sebesar 84.67%.

Tabel 4.12 Nilai Koefisien Permeabilitas Lapangan dan Laboratorium

No Lubang	Nilai k Lapangan (cm/det)			Nilai k laboratorium (cm/det)
	Tanah asli	Pasir	Lubang Biopori	
1	8.9004×10^{-4}	2.00296×10^{-3}	5.6963×10^{-3}	3.1456×10^{-3}
2	2.7271×10^{-4}	8.3095×10^{-3}	5.2192×10^{-3}	1.9995×10^{-3}
3	1.7908×10^{-3}	2.8745×10^{-3}	7.1204×10^{-3}	5.0103×10^{-3}

Pada Tabel 4.12 terlihat bahwa pada saat pengujian nilai permeabilitas di lapangan tidak jauh berbeda dengan pengujian nilai permeabilitas di laboratorium yang menggunakan alat *constant head permeameter*. Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa nilai koefisien permeabilitas lapangan dan laboratorium tidak mengalami perbedaan yang signifikan.



Grafik 4.16 Hubungan (k) Lap, (k) Lab dengan Kadar Air

Hasil pada Gbr 4.16 di atas menunjukkan perbandingan nilai koefisien permeabilitas lapangan dan laboratorium dengan kadar air. Mempunyai hasil rata-rata yang cukup baik yaitu $r^2 = 0.9936$ (k lab), $r^2 = 0.9881$ (k lap(tanah asli)).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

1. Dari pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa k pada tanah asli dan pasir lebih kecil dibanding dengan biopori. Terlihat dari hasil uji yang didapatkan bahwa dengan menggunakan biopori terjadi peningkatan koefisien permeabilitas.
2. Koefisien permeabilitas lapangan tanah asli dengan pasir terjadi peningkatan sebesar 63.33%, sementara tanah asli dengan biopori terjadi peningkatan sebesar 84.67%.
3. Pada keseluruhan model dapat dilihat pada grafik 4.13, 4.14, 4.15. Nilai r^2 yang terbesar terdapat pada biopori yang rata-rata bernilai 0.8229, 0.7792, 0.9055. Nilai r^2 tersebut mendekati angka 1 maka model biopori dikatakan baik.
4. Hasil koefisien permeabilitas lapangan pada tanah asli adalah $8.9004E-04$, $2.7271E-04$, $1.7908E-03$ dengan kondisi tanah yang tidak jenuh. Sementara nilai koef. Permeabilitas laboratorium pada tanah asli adalah $3.1456E-03$, $1.9995E-03$, $5.0103E-03$ dengan kondisi tanah yang jenuh.
5. Tingkat Koefisien Permeabilitas tanah yang tinggi terdapat pada tanah jenuh air.
6. Di rekomendasikan Koefisien permeabilitas pada tanah asli dikampus uki cawang adalah $9.8452E-04$ cm/det.

V.2. Saran

Dalam penelitian ini, karena keterbatasan waktu dan bertepatan pada musim hujan, maka banyak batasan atau asumsi yang dipakai yang mungkin mempengaruhi hasil analisis. Maka untuk penelitian kedepannya dapat dilakukan:

- a. Penelitian dilakukan bukan musim hujan atau saat cuaca baik, sehingga bisa meneliti lebih detail dan mendapatkan data yang lebih akurat.
- b. Pengomposan bahan organik memakan waktu yang cukup lama. Sebaiknya menggunakan organik yang kian membusuk supaya waktu pengomposannya tidak terlalu lama.

DAFTAR PUSTAKA

1. Atmaja, I. S. W. (2007). Karakteristik aliran permukaan dan erosi pada perkebunan kelapa sawit dengan perlakuan teras gulud dan rorak di unit usaha Rejosari, PTP. Nusantara VII Lampung. Skripsi. Jurusan Tanah. IPB.
2. Braja, M. D., & Indrasurya, T. B. M. (1998). Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis
3. Brata, K. R., & Nelistya, A. (2008). Lubang Resapan Biopori. Niaga Swadaya.
4. Brata, R. Kamir, 2009. Atasi Banjir Dengan Teknologi Lubang Resapan Biopori.
5. Foth, H. D. (1994). Dasar Ilmu Tanah. Terjemahan: Adisoemarto. Jakarta: Erlangga.
6. Hutabarat, P. J. (2015). Aplikasi Nilai Koefisien Permeabilitas Terhadap Desain Sumur Resapan
7. Kodoatie, R. J. (2012). Tata Ruang Air Tanah. Penerbit Andi.
8. Laporan Program Pengabdian Kepada Masyarakat Prodi Teknik Sipil 2013.
9. Ngudiantoro, N., Pawitan, H., Ardiansyah, M., Purwanto, M. Y. J., & Susanto, R. H. (2009). Pemodelan Fluktuasi Muka Air Tanah Untuk Mendukung Pengelolaan Air Pada Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut Tipe A/B. Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi, 10(2), 92-10
10. Rauf, A. (2009). Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pertanian Hubungannya dengan Upaya Memitigasi Banjir. Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pertanian Hubungannya Dengan Upaya Memitigasi Banjir.
11. Sutanto, R. (2005). Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan. Kanisius.
12. Subagyono, K., Haryati, U., & Talaohu, S. H. (2004). Teknologi konservasi air pada pertanian lahan kering. Dalam: Kurnia U, Rachman A, Dariah A (Eds.). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Badan Litbangtan, 151-188.
13. Sutanto, R. (2005). Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan. Kanisius.